

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-272301

(43)Date of publication of application : 20.10.1995

(51)Int.Cl.

G11B 7/095

G11B 7/08

G11B 7/135

(21)Application number : 06-079718

(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 25.03.1994

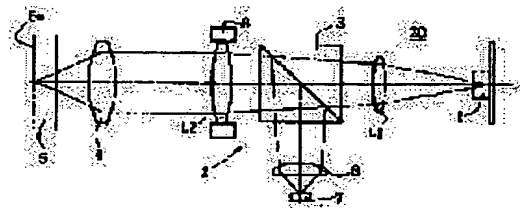
(72)Inventor : ITONAGA MAKOTO

## (54) OPTICAL PICKUP DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an optical pickup device with high frequency responsiveness capable of correcting a tilt in the tangential direction of an optical disk.

**CONSTITUTION:** The optical pickup device 20 is provided with a laser light source 1, a collimate optical system 2, an objective lens 4 and a detector detecting the tilt of the optical disk 5. This device is provided with an actuator 8 setting a sine condition of a convex lens system L2 adjacent to the objective lens among a lens system constituting the collimate optical system 2 to a prescribed measure of dissatisfaction and making the optical axis of the convex lens system L2 eccentric for the optical axis of the objective lens 4.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.03.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2776243

[Date of registration]

01.05.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-272301

(43) 公開日 平成7年(1995)10月20日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B	7/095	G 9368-5D		
	7/08	A 9368-5D		
	7/135	Z 7247-5D		

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-79718

(22) 出願日 平成6年(1994)3月25日

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72) 発明者 糸長 誠

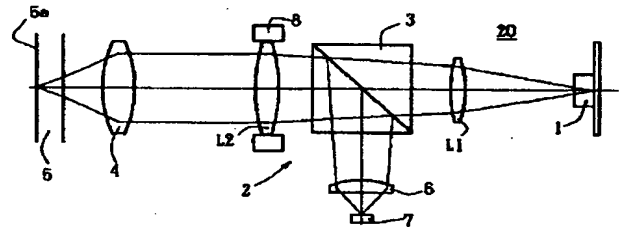
神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【目的】 光ディスクのタンジェンシャル方向のチルトを補正可能な高い周波数応答性能を有する光ピックアップ装置を提供すること。

【構成】 レーザ光源1とコリメート光学系2と対物レンズ4と光ディスク5の傾斜を検出する検出器とを備えた光ピックアップ装置20において、コリメート光学系2を構成するレンズ系のうち対物レンズに隣接した凸レンズ系L2の正弦条件を所定程度不満足に設定するとともに凸レンズ系L2の光軸を対物レンズ4の光軸に対して偏心させるアクチュエータ8を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光源と、該レーザ光源から放射された光束を平行光束に変換するコリメート光学系と、少なくとも有限な厚みを有した透明基板と情報担持面とからなる光ディスクの該情報担持面に該透明基板を介して該平行光束を集光する対物レンズと、該光ディスクの傾きを検出する傾斜検出手段とを少なくとも具備した光ピックアップ装置において、

該コリメート光学系の正弦条件を所定程度不満足に設定すると共に、該傾斜検出手段によって検出された該光ディスクの傾きに依じて該コリメート光学系の光軸を該対物レンズの光軸に対して偏心させる制御手段を設けたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】 該制御手段は、該コリメート光学系の光軸を該対物レンズの光軸に対してシフトすることを特徴とする請求項 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3】 該制御手段は、該コリメート光学系の光軸を該対物レンズの光軸に対してチルトすることを特徴とする請求項 1 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4】 レーザ光源と、該レーザ光源から放射された光束を平行光束に変換するコリメート光学系と、少なくとも有限な厚みを有した透明基板と情報担持面とからなる光ディスクの該情報担持面に該透明基板を介して該平行光束を集光する対物レンズと、該光ディスクの傾きを検出する傾斜検出手段とを少なくとも具備した光ピックアップ装置において、

該コリメート光学系を複数群のレンズ系で構成し、該複数群のレンズ系のうち該対物レンズに隣接した第 1 のレンズ系の正弦条件を所定程度不満足に設定すると共に、該傾斜検出手段によって検出された該光ディスクの傾きに依じて該第 1 のレンズ系の光軸を該対物レンズの光軸に対して偏心させる制御手段を設けたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 5】 該制御手段は、該第 1 のレンズ系の光軸を該対物レンズの光軸に対してシフトすることを特徴とする請求項 4 記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6】 該制御手段は、該第 1 のレンズ系の光軸を該対物レンズの光軸に対してチルトすることを特徴とする請求項 4 記載の光ピックアップ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光ディスクに用いられる光ピックアップ装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 光ディスクの記録容量は、記録トラックのピッチと記録波長によってきまる。そして、これらのそれぞれの限界値は読み出しに使われるレーザ光のスポットの大きさDによってほぼ規定される。レーザ光のスポットの大きさDは、レーザ光の波長 $\lambda$ と再生に用いられる光ピックアップの対物レンズの開口数NAにより決

まり、次の式で示される。

$$D = \lambda / NA$$

この関係を読み出し専用型の光ディスクとして普及しているコンパクトディスク (CD) について見てみると、 $\lambda = 0.78 \mu\text{m}$ 、 $NA = 0.45$  がその代表的な値であり、これらを上式に代入するとスポットの大きさDは約  $1.7 \mu\text{m}$  となる。そしてこの結果、CD システムにおけるトラックピッチは  $1.6 \mu\text{m}$ 、最短記録波長は  $1.7 \mu\text{m}$  となっている。

【0003】 従って、このような光ディスクを大容量化するためには、

① 読み出しレーザ光の波長 $\lambda$ を短くする。

② 対物レンズの開口数NAを大きくする。

かのいずれかの方法しかない。最近、短波長のレーザの開発も盛んに行なわれているが、①の方法では、現在のところ実用的には $\lambda = 0.67 \mu\text{m}$ 程度のものが限界である。そこで、対物レンズの開口数NAを大きくして記録密度を上げることが必要になる。しかし、開口数NAを大きくすると、システムが理想的な状態からズレた場合の許容範囲が非常に小さくなってしまいうという問題が発生する。システムの余裕度を定める様々な要因の中で、最も性能に影響を与えるのは、ディスクのチルト (傾き) である。中でも、CDのようにデジタル信号を扱う光ディスクに於ては、チルトの影響は、それがラジアル方向に発生する場合に比べてタンジェンシャル方向に発生する場合の方がより深刻な影響を与えることが知られている。

【0004】 チルトが発生するとコマ収差が発生するが、この時発生するコマ収差は、3次収差理論によれば、開口数NAの3乗に比例して大きくなる。従って、NAを大きくするとシステムでのチルト許容幅が狭くなり、安定性が極端に悪くなる。一例として、前記したコンパクトディスク (CD) の場合において、読み出しレーザ光の波長 $\lambda$  ( $\lambda = 0.78 \mu\text{m}$ ) を一定にして開口数を $NA = 0.6$ とした場合について計算してみると、記録容量は1.78倍に増加するが、同じ量の光ディスクのチルトで生じるコマ収差の量は2.37倍にもなってしまう。前記した $NA = 0.45$ のコンパクトディスクシステムでは、0.6度のディスクの傾きが許容されているが、 $NA = 0.6$ とした場合には、0.2度程度の許容幅しかないことが分かる。このような精度の要求を、一般市場での様々な状況下で行なわれているようなプラスチック成形ディスクで満足することは極めて困難である。従って、開口数NAを大きくして記録密度の高密度化を図る場合には、なんらかの方法でこの問題を解決することが必要である。

【0005】 このチルトを補正する従来の方法としては、例えば、いわゆるレーザディスクに用いられているラジアルチルトサーボが知られている。この方法は、ディスクのラジアル方向の傾きをセンサで検出して、検出

されたディスクの傾きに応じてピックアップ光学系全体を機構的に傾けて、チルトを補正するものである。アナログ信号を扱うレーザディスクでは、信号がFM変調されているためタンジェンシャル方向のチルトは問題にならないが、ラジアル方向のチルトは、これによって発生するコマ収差により隣接トラックからのクロストークが再生画面の品質に重大な影響を与える。このためレーザディスクシステムではラジアル方向のチルト補正がなされている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】レーザディスクで用いられているこのラジアルチルトサーボでは、上述したようにピックアップ光学系全体を傾けているため、高速な応答性能を得るには不向きであるが、ラジアル方向のディスクの傾きは、ディスク内周から外周に向けての緩やかで単調な面の反りであることがほとんどであるため、高速な応答は必要なく特に問題となっていない。しかし、タンジェンシャル方向のチルトが直ちに信号品質の劣化につながるデジタル信号を取り扱うシステムに於ては、ラジアルチルトに加えてタンジェンシャルチルトも補正する必要がある。そして、タンジェンシャル方向のチルトの周波数成分は、ディスクの回転の周期よりも高くサーボもラジアル方向に比べて格段に高い周波数応答性能が要求されている。本発明は、簡単な構成で高い周波数応答性能を有した光ピックアップを提供することを目的とするものである。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記問題点を鑑みなされたものであり、請求項1に係る発明は、「レーザ光源と、該レーザ光源から放射された光束を平行光束に変換するコリメート光学系と、少なくとも有限な厚みを有した透明基板と情報担持面とからなる光ディスクの該情報担持面に該透明基板を介して該平行光束を集光する対物レンズと、該光ディスクの傾きを検出する傾斜検出手段とを少なくとも具備した光ピックアップ装置において、該コリメート光学系の正弦条件を所定程度不満足に設定すると共に、該傾斜検出手段によって検出された該光ディスクの傾きに応じて該コリメート光学系の光軸を該対物レンズの光軸に対して偏心させる制御手段を設けたことを特徴とする光ピックアップ装置。」を提供するものであり、

【0008】請求項2に係る発明は、「該制御手段は、該コリメート光学系の光軸を該対物レンズの光軸に対してシフトすることを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ装置。」を提供するものであり、

【0009】請求項3に係る発明は、「該制御手段は、該コリメート光学系の光軸を該対物レンズの光軸に対してチルトすることを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ装置。」を提供するものであり、

【0010】請求項4に係る発明は、「レーザ光源と、

該レーザ光源から放射された光束を平行光束に変換するコリメート光学系と、少なくとも有限な厚みを有した透明基板と情報担持面とからなる光ディスクの該情報担持面に該透明基板を介して該平行光束を集光する対物レンズと、該光ディスクの傾きを検出する傾斜検出手段とを少なくとも具備した光ピックアップ装置において、該コリメート光学系を複数群のレンズ系で構成し、該複数群のレンズ系のうち該対物レンズに隣接した第1のレンズ系の正弦条件を所定程度不満足に設定すると共に、該傾斜検出手段によって検出された該光ディスクの傾きに応じて該第1のレンズ系の光軸を該対物レンズの光軸に対して偏心させる制御手段を設けたことを特徴とする光ピックアップ装置。」を提供するものであり、

【0011】請求項5に係る発明は、「該制御手段は、該第1のレンズ系の光軸を該対物レンズの光軸に対してシフトすることを特徴とする請求項4記載の光ピックアップ装置。」を提供するものであり、

【0012】請求項6に係る発明は、「該制御手段は、該第1のレンズ系の光軸を該対物レンズの光軸に対してチルトすることを特徴とする請求項4記載の光ピックアップ装置。」を提供するものである。

#### 【0013】

【作用】本発明の光ピックアップ装置は、対物レンズとレーザ光源の間に配置されたコリメート光学系の正弦条件を所定程度不満足に設定し、このコリメート光学系を光ディスクのチルトの程度に応じて偏心（シフト又はチルト）させることにより意図的にコマ収差を発生させ、この意図的に発生させたコマ収差でディスクのチルトによって発生するコマ収差を低減するように補正するものである。

#### 【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。図1は、本発明に係る光ピックアップ装置20の概略構成を示す断面図である。同図において、1はレーザ光源、2は凸レンズ系L1、L2からなるコリメート光学系、3は凸レンズ系L1、L2の間に配置されたビームスプリッタ、4は対物レンズ、5は光ディスクである。レーザ光源1から放射されたレーザ光は凸レンズ系L1で絞られてビームスプリッタ3を透過して凸レンズ系L2で平行光束とされて対物レンズ4に入射する。対物レンズ4はこの平行光束を絞って光ディスク5の情報担持面5aに集光する。情報担持面5aで反射されたレーザ光は再び対物レンズ4に入射し平行光束に戻されて凸レンズ系L2を透過してビームスプリッタ3で反射されてシリンドリカルレンズ6により光検出器7に集光される。また、コリメート光学系2の凸レンズ系L2は、アクチュエータ8に支持されており、アクチュエータ8は凸レンズ系L2の光軸を対物レンズ4の光軸に対してシフト又はチルトする構成になっている。なお、このアクチュエータ8は、必要に応じて2軸並進アクチュエー

タ又は2軸傾斜アクチュエータを用いることにより光ディスク5のタンジェンシャルチルトとラジアルチルトの双方を補正することができる。

【0015】次に、コリメート光学系2について図2乃至図4を参照して説明する。図2は図1におけるビームスプリッタ3等を省略してコリメート光学系のみを示す図であり、同図(a)は、凸レンズ系L1の光軸が対物レンズ4の光軸と一致している場合、同図(b)は、凸レンズ系L1の光軸が対物レンズ4の光軸に対してチルトした場合、同図(c)は、凸レンズ系L1の光軸が対物レンズ4の光軸に対してシフトした場合をそれぞれ示す。これらの図に示すように本実施例におけるコリメート光学系2は、凸レンズ系L1、L2によって構成されており、各諸元は以下の通りである。

合成焦点距離  $f = 35 \text{ mm}$

凸レンズ系L1

焦点距離  $f_1 = 60 \text{ mm}$

正弦条件 共役比  $S_1/S_2 = 1/2$  において正弦条件満足

凸レンズ系L2

焦点距離  $f_2 = 70 \text{ mm}$

正弦条件 無限共役比で正弦条件不満足 (不満足量:  $-0.6$ )

レンズ間距離  $d = 10 \text{ mm}$

【0016】このように、凸レンズ系L1は、球面収差が除去された上で正弦条件を満足するように設計されており、軸外物点に対する収差の増加が緩やかであるためレーザ光源1と凸レンズL1との間の相対位置精度に対する要求は緩やかなものとなっている。また、凸レンズ系L2は、図3にその収差図を示すように、球面収差を極力抑える一方で、無限共役比における正弦条件を少し満足しないように設計したレンズである。図4は、波面収差 (rms) と画角の関係を示すグラフであり同図中曲線Aは凸レンズ系L2の波面収差を示し、曲線Bは、比較のため凸レンズ系L2とほぼ同一諸元で正弦条件を満足するように設計した凸レンズ系の波面収差を示す。

【0017】本発明者等の収差分析によれば、曲線Aと曲線Bとの差は概ね凸レンズ系L2によって発生したコマ収差であり、非点収差はほとんど寄与していない。このように、コマ収差のみを発生させ、非点収差の発生を抑制するためには、コリメート光学系2を複数の凸レンズ系L1、L2で構成してパワーを分散することにより凸レンズ系2の焦点距離 ( $f_2$ ) を長くすることが設計上有利である。以上の説明から明らかなように、この凸レンズ系L2は画角が大きくなるに従って、コマ収差が単調に増加する特性を有している。従って、図2(b)に示すように、凸レンズ系L2の光軸を全系の光軸に対して $\theta$ だけチルトさせると傾斜角度 $\theta$ に応じて所望のコマ収差を発生させることができる。また同様に、同図(c)に示すように、その光軸を全系の光軸に対してD

だけシフトさせても実効的に傾斜角度 $\theta$ のチルトをした場合と同様の作用を得ることができ、所望のコマ収差を発生させることができる。

【0018】即ち、光ディスク5のチルトによって発生するコマ収差の量と方向によって凸レンズ系L2の傾斜角度 $\theta$ 又はシフト量D及びこれらの各方向を制御して、光ディスク5のチルトによって発生するコマ収差を打ち消すようにすればよいのである。具体的には、図6に示すように、光ピックアップ装置20の近傍に検出器9を配置して光ディスク5の傾斜を検出して傾斜角度 $\theta$ 又はシフト量Dを制御するようにすればよい。なお、図6は光ディスクシステムの概略構成を示す図である。同図において、光ディスク5はモータ11によって回転駆動されるスピンドル12の上に載置されクランプ13で固定されて回転する。10は光ピックアップ装置を光ディスク5の半径方向に移送する送り機構である。なお、本実施例では、検出器9を別途設けて光ディスク5の傾斜角度を検出する構成としたが、光ピックアップ20自身の光検出器7で傾斜角度を検出する構成としてもよいことは勿論である。

【0019】次に、上に述べた光ピックアップ装置20によるチルト補正の実例を図5及び表1を参照して説明する。図5は横軸に光ディスク5の傾斜角をとり、縦軸は、光ディスク5の傾斜に伴って発生したコマ収差を補正するために必要な凸レンズ系L2の傾斜角をとったグラフである。図5の關係に従って補正をした際の収差の改善状況を表1に示す。

【表1】

ディスク傾き [deg]	補正前 WPE [入]	補正後 WPE [入]	改善度 [1/*]
0.0	0.0017	0.0017	—
0.1	0.0191	0.0019	1/10.3
0.2	0.0381	0.0036	1/10.5
0.3	0.0572	0.0049	1/11.8
0.4	0.0763	0.0068	1/11.2
0.5	0.0953	0.0091	1/10.5
0.6	0.1144	0.0118	1/9.7

表1において、第1欄「ディスク傾き」は光ディスク5の傾斜角度を、第2欄「補正前」は光ディスク5の傾斜によって生じる波面収差量 (rms) を、第3欄「補正後」はコリメート光学系2の凸レンズ系L2を図5の關係に従って傾斜させて補正した結果の波面収差量を、第

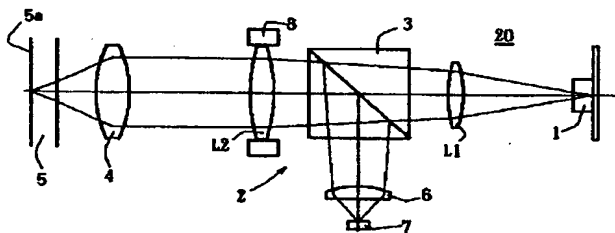
4欄「改善度」は第2欄の補正前の波面収差量を第3欄の補正後の波面収差量で割った値をそれぞれ示す。同表から明らかなように、光ディスク5が傾斜してもコリメート光学系2の凸レンズ系L2を図5の関係に従って傾斜させて補正することにより波面収差量(rms)を約1/10に改善することができる。

【0020】なお、上記実施例においては、コリメート光学系2を凸レンズ系L1、L2の2つのレンズ系によって構成したが、凸レンズ系1を省略して凸レンズ系2のみで構成することも可能であることはいうまでもない。また、上記実施例では、対物レンズ4側の凸レンズ系L2の正弦条件を所定程度不満足に設定してこれを偏心させる構成としたが、本発明は斯かる構成に限定されるものではない。即ち、レーザ光源1側の凸レンズ系L1の正弦条件を所定程度不満足に設定してこれを偏心させる構成とすることも可能である。しかながら、上記実施例のようにビームスプリッタ3より対物レンズ4側に偏心させるべき凸レンズ系L2を配置すれば、凸レンズ系L2の偏心によって光検出器7上のスポットが動かないため、光検出器7でトラッキング検出やフォーカス検出を行う上で好都合である。

#### 【0021】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光ピックアップ装置はコリメート光学系又はコリメート光学系の一部を構成するレンズ系の正弦条件を所定程度不満足に設定し、これらの光軸を対物レンズの光軸に対してチルト又はシフトすることにより光ディスクの傾きによって生じたコマ収差を補正する構成である。このため、本発明の光ピックアップ装置によれば、コリメート光学系又はコリメート光学系の一部を構成するレンズ系のみをアクチュエータによってチルト又はシフトすればよく、光ピックアップ装置全体を傾斜させて補正する従来の方法に比べてその制御対象の質量を小さくすることができる

【図1】



ため従来不可能であった高い周波数応答性能が得られ、タンジェンシャル方向のチルトサーボが実現できるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ピックアップ装置の一実施例を示す断面図である。

【図2】本発明のコリメート光学系の断面図である。

【図3】本発明のコリメート光学系の凸レンズ系L1の収差図である。

10 【図4】本発明のコリメート光学系の凸レンズ系L1の波面収差(rms)と画角の関係を示すグラフである。

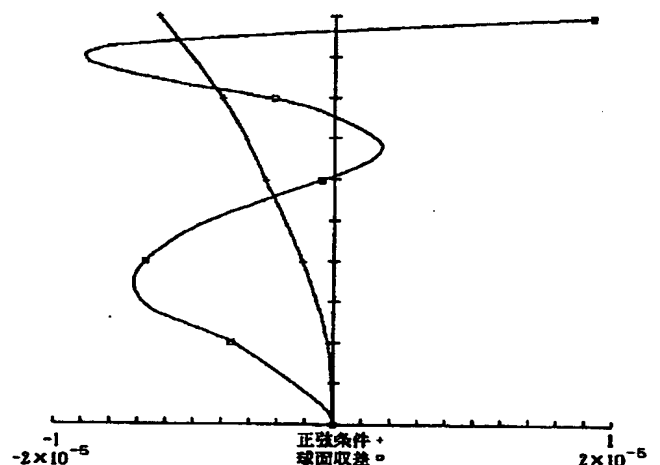
【図5】横軸に光ディスク5の傾斜角、縦軸にコマ収差を補正するために必要な凸レンズ系L2の傾斜角をとったグラフである。

【図6】本発明の光ピックアップ装置が使用に供される光ディスクシステムの概略構成を示す図である。

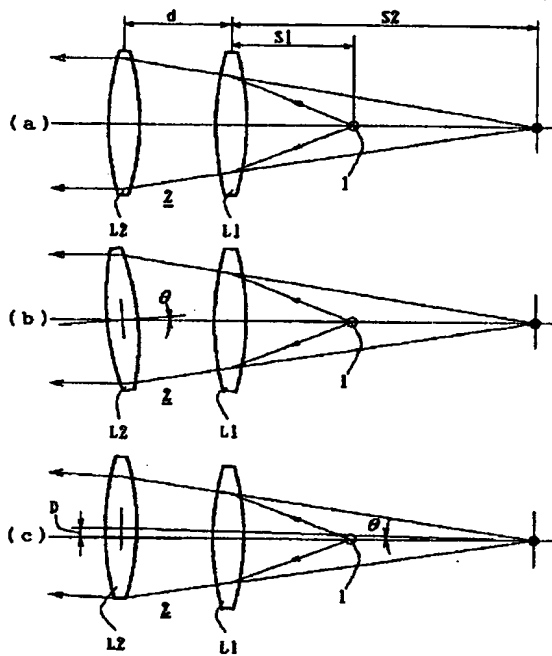
#### 【符号の説明】

- 1 レーザ光源
- 2 コリメート光学系
- 3 ビームスプリッタ
- 4 対物レンズ
- 5 光ディスク
- 6 シリンドリカルレンズ
- 7 光検出器
- 8 アクチュエータ
- 9 検出器
- 10 送り機構
- 11 モータ
- 12 スピンドル
- 13 クランパ
- L1 凸レンズ系
- L2 凸レンズ系

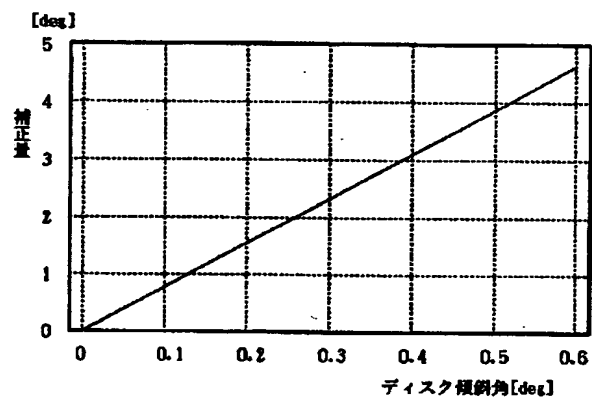
【図3】



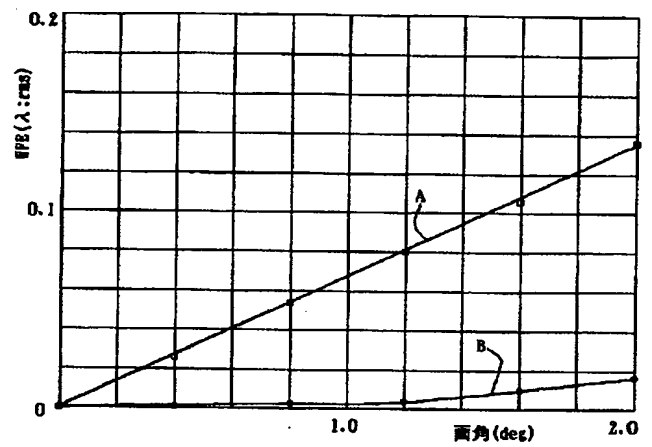
【図 2】



【図 5】



【図 4】



【図 6】

